Lane Medical Library

Ueber die

Verwendbarkeit der Borsäure

zur

Conservirung von Nahrungsmitteln.

(Aus dem hygienischen Institute zu Amsterdam.)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

an der

Grossherzoglich Badischen Ruprecht-Carolinischen Universität Heidelberg

von

G. H. Schlencker,

Militär-Arzt I. Kl. in der Niederländisch-Indischen Armee,
geboren in Surakarta (Java).

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Heidelberg.
Referent: Professor Dr. **Kühne.** Decan: Professor Dr. **Gegenbaur.**

München 1883.
Druck von R. Oldenbourg.

Ueber die

Verwendbarkeit der Borsäure

zur

Conservirung von Nahrungsmitteln.

(Aus dem hygienischen Institute zu Amsterdam.)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

an der

Grossherzoglich Badischen Ruprecht-Carolinischen Universität Heidelberg

von

G. H. Schlencker,

Militär-Arzt I. Kl. in der Niederländisch-Indischen Armee,
geboren in Surakarta (Java).

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Heidelberg.
Referent: Professor Dr. **Kühne.** Decan: Professor Dr. **Gegenbaur.**

München 1883.
Druck von R. Oldenbourg.

Bei dem Erscheinen dieser Dissertation sei es mir gestattet ein Wort der Erkenntlichkeit an die Professoren der medicinischen Facultät zu Amsterdam und Heidelberg zu richten, die während meines in Europa zugebrachten Urlaubes mir ihre Collegien und Kliniken zu besuchen erlaubten. Ich weiss die Beweise von Interessenahme, die ich durch sie so vielfach erfahren habe, auf das Höchste zu schätzen.

Sollten die nachstehenden Untersuchungen einigen Verdienstes nicht entbehren, so habe ich dabei nicht wenig Ihnen, hochverehrter Professor Forster, zu danken, der Sie mir das vorliegende Thema zur Bearbeitung übergaben und mir dabei stets bereitwillig zur Seite standen. Ich brauche Ihnen wohl nicht zu sagen, dass ich die angenehmen, in Ihrem Laboratorium verlebten Stunden auch in der Ferne nicht vergessen werde.

Endlich benutze ich diese Gelegenheit Herrn Geheimrath Professor Dr. W. Kühne für die wohlwollende Beurtheilung der Dissertation meinen Dank auszusprechen, indem ich dabei noch dem Bedauern Ausdruck gebe, dass äussere Verhältnisse mich zwangen die Schrift vor der völligen Beendigung der Untersuchungen, welche übrigens durch Professor Forster im »Archiv für Hygiene« später publicirt werden sollen, der Facultät in Heidelberg vorzulegen.

Amsterdam, August 1883.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153303_0080

Bekanntlich bildet die Conservirung von Lebensmitteln in der Jetztzeit einen wichtigen Zweig der Industrie, während der Antheil, den sie in der Oekonomie der Nahrungsmittel mit Recht beanspruchen kann, immer wachsende Dimensionen annimmt. Ihr verdanken wir es, dass die Verwendung grosser Mengen von Nahrungsmaterial nicht auf bestimmte Gegenden und auf bestimmte Zeiten beschränkt ist, während ausserdem die Volumverringerung, die durch mehrere der Conservirungsmethoden bewirkt wird, den Transport und die Bewahrung der gewonnenen Producte noch bedeutend erleichtert; namentlich die Proviantirung von Schiffen, Armeen, Expeditionen u. s. w. wird durch die Conserven in früher nie gedachter Weise ermöglicht.

Die Nahrungsmittel als Naturproducte unterliegen dem fortwährenden Verderben, hauptsächlich durch freiwillige Zersetzung, welche als Gärung oder Fäulniss zu Tage tritt und, wie genügend erwiesen, durch niedere pflanzliche Organismen (Schimmel, Bacterien) bedingt wird. Diese Organismen entwickeln und erhalten sich besonders auf Kosten des stickstoffhaltigen Nahrungsmaterials, welches daher, unter Bildung verschiedener Spaltungsproducte, verdirbt und nicht allein seinen Nahrungs- und Geschmackswerth dabei einbüsst, sondern selbst geradezu der Gesundheit schädliche Eigenschaften annehmen kann.

Alle Mittel, welche das Leben jener Organismen zerstören oder deren Entwicklung verhindern, schützen die Nahrungsmittel zugleich vor dem Verderben. Unter solchen Mitteln nun treten bei der Conservirung von Speisen und Getränken mehr und mehr die sog. Antiseptica, die auch in der Heilkunde eine rühmliche Rolle spielen, in den Vordergrund. Sie verhindern unter be-

stimmten Bedingungen die Entwicklung der Organismen aus ihren Keimen sowohl, wie auch durch eine Störung der Zellenthätigkeit die Bildung der Gärungs- und Fäulnissproducte. In beiden Fällen wirken sie demnach als Gifte auf lebende Wesen.

Selbstverständlich üben solche den Nahrungsmitteln zugesetzte Stoffe, welche die Lebensfunctionen niederer Pilze unterdrücken, auch eine mehr oder weniger starke pharmako-dynamische Wirkung auf höhere Organismen aus, und es dürfen also zur Conservirung von Lebensmitteln für den Menschen nur solche Antiseptica benutzt werden, welche bei anhaltendem oder vielfachem Gebrauche von grösseren Quantitäten keine nennenswerthen localen oder allgemeinen Störungen hervorrufen. Zur Conservirung werden die Nahrungsmittel ja in den meisten Fällen mit den Antisepticis vermischt oder von denselben in irgend einer Weise mehr oder weniger durchtränkt, und es gelangen sodann beim Gebrauche beide zusammen in den Körper.

Die zur Conservirung von Lebensmitteln am häufigsten angewendeten antiseptischen Stoffe sind wohl, abgesehen vom Kochsalze und Holzrauche, hauptsächlich eine Anzahl von Säuren, besonders Salicylsäure, Benzoësäure, Borsäure u. s. w. und deren Salze.

Zur Beurtheilung der praktischen Verwendbarkeit der Antiseptica, von denen übrigens fortwährend neue, oder alte in neuem Gewande, erscheinen und als Conservirungsmittel empfohlen werden, hat man, abgesehen von ihrer conservirenden Wirksamkeit im Allgemeinen, die folgenden Punkte in Betracht zu ziehen[1]):

1. Die Quantität, welche erforderlich wird, um den Zweck, d. h. die vorübergehende oder dauernde Conservirung zu erreichen.

2. Die Quantitäten derselben, welche factisch in den Conserven, die zum Consum in den Handel kommen, enthalten sind.

3. Das Quantum von Nahrungsmitteln, welches (verschieden bei Kindern, Erwachsenen u. s. w.) pro Tag verbraucht wird, zur Ermittlung des Tagesconsums an Antisepticis.

---

1) J. Forster, Ernährung und Nahrungsmittel Leipzig 1882 S. 195.

4. Oertliche oder allgemeine Wirkungen (auf Verdauung, Ausnutzung, Allgemeinbefinden u. s. w.), welche beim einmaligen oder namentlich beim fortwährenden Gebrauche des genannten Quantums der betreffenden Substanzen bei verschiedenen Individuen hervorgebracht werden können.

In Betreff der Frage nun, ob und in wie weit die verschiedenen antiseptischen Conservirungsmittel einen störenden Einfluss auf den Menschen, der die conservirten Speisen gebraucht, ausüben, ist mit Ausnahme der Salicylsäure bis jetzt nur wenig bekannt[1]).

Von der Salicylsäure weiss man, dass, während kleine Dosen derselben zur Verhinderung von freiwilligen Zersetzungen genügen, selbst grössere Mengen die normalen Fermente in ihrer Wirksamkeit nicht beeinträchtigen, ferner dass beim erwachsenen Menschen erst durch Dosen von 4—5 g deutlich erkennbare pharmakodynamische Wirkungen hervorgerufen werden. Sehr grosse Quantitäten müssen aufgenommen werden, bis toxische Erscheinungen auftreten.

Die Benzoësäure wird als Antisepticum der Salicylsäure häufig vorgezogen, da sie den Darm weniger reizen soll.

Die Borsäure wird gewöhnlich als sehr wenig schädlich erachtet. Kleine Dosen von 0,3—1 g mehrere Male täglich, scheinen indifferent zu sein, während erst Gaben von 12 g innerhalb 10 Stunden in 3 Portionen genommen beim Menschen Uebelkeit und Erbrechen hervorbringen sollen[2]). Auch Binz[3]) erwähnt gastrische und nervöse Störungen erst beim Gebrauche von grossen, einander schnell folgenden Dosen, während Greene hingegen Gaben von 10—12 g, und selbst bei Cystitis purulenta 80 g p. d. nehmen liess, ohne ernste Folge wahrzunehmen[4]).

In der letzten Zeit nun tritt die Neigung hervor, die technische und industrielle Verwendung derartiger Mittel gesetzlich

---

1) Southby, Kolbe, Journ. für prakt. Chemie (1875) Bd. 11 u. s. w.; Sonnenkalb, Deutsche Vierteljahresschrift für öffentl. Gesundheitspflege (1879) Bd. 11 S. 21; Blas, Presse med. Belg. (1878) Nr. 50.

2) Binswanger, Wertheimber.

3) Arzneimittellehre 1882.

4) Vgl. die Handbücher der Arzneimittellehre.

zu verhindern, während jedoch nach Obigem eine bestimmte schädliche Wirkung von Lebensmitteln, die mittels Salicyl-, Bor- und Benzoësäure u. s. w. conservirt wurden, kaum anzunehmen und bis jetzt nicht nachgewiesen ist.

Auf der andern Seite wird die Nichtschädlichkeit des Genusses von Lebensmitteln, die durch jene Substanzen haltbar gemacht wurden, behauptet, wobei man sich hauptsächlich auf die durch Kolbe u. A. über den dauernden täglichen Verbrauch von Salicylsäure gemachten günstigen Erfahrungen stützt.

Bei dieser Sachlage erschien es vom hygienischen sowie vom ökonomischen Standpunkte aus wichtig genug, durch das wissenschaftliche Experiment einen Beitrag zu liefern zur Lösung der Frage, in wie weit der Verbrauch von Speisen etc., die durch Antiseptica conservirt sind, auszudehnen oder zu beschränken sei, und hat Prof. Forster mich beauftragt, derartige Experimente anzustellen.

Wie gross nämlich auch der Vortheil ist, welchen die Conserven in wirthschaftlicher Beziehung besitzen, so darf doch nicht aus dem Auge verloren werden, dass die Beifügung von antiseptischen Substanzen auf der einen Seite möglicherweise den Nährwerth der präservirten Lebensmittel verändert, auf der andern Seite stets vor dem Gebrauche derselben bekannt sein soll, ob sie für den Menschen indifferent genug seien. In letzterer Beziehung kommt namentlich in Betracht, ob der fortgesetzte Verbrauch von Speisen, welche Antiseptica enthalten, nicht allein allgemeine Wirkungen auf den Körperzustand des Consumenten nach sich ziehen, sondern auch, ob nicht etwa dabei Veränderungen in der Verdauung oder Ausnutzung solcher Nahrungsmittel bei einmaliger oder öfterer Verwendung derselben bewirkt werden.

Es wäre möglich, dass eine Einwirkung auf die Verdauungsorgane, durch die Aufnahme der mit Antisepticis präservirten Lebensmittel in den Darm, bereits bei so geringen Quantitäten geschehen könnte, dazu noch die Wirkung auf den Darm so sei, dass durchaus nicht etwa acute Störungen der Verdauungsthätigkeit hervorgerufen werden: es wäre zu denken, dass nur die

Resorptionsgrösse der Nahrungsstoffe, die in Form von Präserven in den Darm eingeführt werden, beeinträchtigt wird; ja es könnte sogar umgekehrt der Fall sein, dass unter dem Einflusse der Antiseptica enthaltenden Speisen die Fäulnissvorgänge, welche im menschlichen Darme bekanntlich stets in geringerem oder selbst grösserem Maasse nach dem Speisegenusse auftreten und dann theilweise zu einer verschlechterten Ausnutzung der Nahrungsbestandtheile im menschlichen Darme leiten[1]), hintangehalten, sonach eine Verbesserung der Resorption und damit des Nährwerthes der Speisen erfolgte.

An die Frage der Brauchbarkeit derjenigen Nahrungsmittel, die durch Zusätze antiseptischer Stoffe conservirt werden, knüpfen sich somit eine Anzahl von Unterfragen, die ausschliesslich durch experimentelle Erfahrungen gelöst werden können.

Für jede antiseptische Substanz, welche als Zusatz zu den Speisen und Getränken für die Menschen gebraucht werden soll, müssten, von dem Einflusse auf den Genuss- und Geschmackswerth hier abgesehen, etwa folgende Punkte bekannt sein oder untersucht werden: 1. in welchen Dosen sie allgemeine pharmakodynamische Wirkungen auf den Menschen ausüben; 2. welchen Einfluss der wiederholte oder lange Zeit fortgesetzte Verbrauch derselben hat; und 3. ob bei deren Gebrauch die Verdauungsthätigkeit oder Ausnutzung im menschlichen Darme bei verschiedenen Individuen eine Veränderung in günstigem oder ungünstigem Sinne erfährt.

Die Frage, in welchen Maximaldosen die Antiseptica durch den normalen Menschen verbraucht werden können, ohne dass ein Nachtheil befürchtet werden muss, ist für die meisten dieser Substanzen durch die medicinische Erfahrung, besonders am Krankenbette mehr oder weniger festgestellt. Vom hygienischen Standpunkte aus schien es uns daher vor allem wichtig, das Verhalten der Antiseptica mit Bezug auf den letzterwähnten Punkt zu erforschen, d. h. zu sehen, ob die Nahrungsmittel des Menschen in seinem Darme unter Zusatz solcher Mengen von antiseptischen

1) J. Forster, Ernährung und Nahrungsmittel S. 110.

Conservirungsmitteln, wie sie etwa bei ausschliesslichem Gebrauche von Conserven in diesen enthalten sein können, weniger gut oder anders ausgenutzt würden als ohne diesen Zusatz. Beim normalen Menschen lässt sich bekanntlich nach den im Münchener physiologischen Institute gemachten Erfahrungen [1]) die Ausnutzungsgrösse einzelner Nahrungsmittel ohne grössere Schwierigkeit bestimmen, indem die auf ein bestimmtes Nahrungsmittel treffenden Verdauungsrückstände durch die charakteristischen Fäces, welche nach Milchgenuss entleert werden, abgegrenzt werden können. Mit Hilfe dieses Verfahrens ging ich, der Auffassung Prof. Forster's folgend, daran, Versuche in der eben angedeuteten Richtung am normalen Menschen anzustellen.

Es ist selbstverständlich unmöglich, die verschiedensten Nahrungsmittel unter Zusatz aller möglichen zum Conserviren von Speisen angewendeten Antiseptica und an den verschiedensten Individuen in der besprochenen Weise durchzuprüfen. Es erschien zum Zwecke, um ein Urtheil über das Verhalten gewisser Conserven und deren Nahrungswerth zu gewinnen, genügend — etwas, was durch eine experimentelle Untersuchung auch in einer nicht all zu langen Zeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht werden kann —, an einem Individuum einmal bei gewöhnlicher gemischter Kost und sodann bei einem Nahrungsmittel, welchem in der neueren Zeit namentlich in den Städten häufig conservirende Substanzen zugesetzt werden, nämlich bei der Milch, die Ausnutzung unter dem Einflusse des Zusatzes eines der gebräuchlichsten Conservemittels zu prüfen.

Zunächst müsste nun noch die Frage beantwortet werden, welches von diesen Conservemitteln am zweckmässigsten zu unserer Untersuchung verwendet würde. In der neuesten Zeit scheinen zu der Conservirung von Speisen und Getränken von den Antiseptica am meisten die Salicylsäure, sowie die Borsäure oder Verbindungen und Mischungen derselben von den Industriellen verwendet zu werden.

1) Voit, Amtlicher Bericht der 50. Naturforscher-Versammlung zu München 1877 S. 351; Rubner, Zeitschrift f. Biol. 1879 Bd. 15. J. Forster, Ernährung und Nahrungsmittel S. 98.

Was die Salicylsäure anlangt, so scheint nach den Untersuchungen von Southby, Kolbe u. A. mit dem täglichen Verbrauche von 1—2 g und mehr ein Nachtheil irgendwie nicht verknüpft zu sein. Da die Salicylsäure wegen des eigenthümlichen Geschmackes, den die Speisen leicht durch ihren Zusatz erhalten, vorzüglich benutzt wird, um Getränke haltbar zu machen oder vor ungewünschten Gärungen zu schützen, so ist Obiges ungefähr die Menge, welche ein Mensch im Maximum täglich mit seiner Nahrung aufnehmen dürfte, wenn man annimmt, dass er vorzüglich durch Salicylsäure conservirte Getränke genösse.

Wir entschlossen uns daher, für unsere Versuche, welche auch bei der einfachsten Anordnung leichtbegreiflicher Weise nicht unerheblich Zeit und Sorgfalt in Anspruch nehmen müssen, eine andere Substanz, die Borsäure, und zwar als solche in reinem Zustande der zu prüfenden Nahrung zuzusetzen. Für die Wahl der Borsäure sprachen ausserdem mehrere Gründe: zunächst die pharmako-dynamischen Erfahrungen über dieselbe. Nach diesen[1]) wenigstens kann die Borsäure in sehr beträchtlichen Dosen bis zu 10 g, nach Anderen bis zu 80 g pro Tag eingenommen werden, ohne dass dabei bedenkliche Erscheinungen allgemeiner Art oder Verdauungsstörungen hervorgerufen wurden. Namentlich von der Darreichung kleinerer Dosen unter 5 g im Tage werden kaum je nachtheilige oder unangenehme Folgen erwartet oder angegeben. Auch die Zersetzung des Eiweisses im Körper verläuft — wie Cyon[2]) gegen Lebon dargethan hat — unter dem Einflusse des Borsäure-Verbrauches ungestört nach den gleichen Gesetzen wie ohne Zusatz dieses Salzes. Sodann aber — und das scheint uns vom hygienischen Standpunkte aus das Wichtigste — wird die Borsäure, dem Anscheine nach allgemein verbreitet, zur Conservirung der mannigfachsten Nahrungsmittel verwendet.

Seit Gahn in Upsala unter dem Namen von Aseptine Borsäure in den Handel brachte, um damit Fleisch und andere Lebensmittel zu conserviren, hat sich der Verkauf und die Anwendung

1) Vgl. die Handbücher der Arzneimittellehre.
2) Cyon, CR. 1878 t. 87.

der Säure selbst und des Borax in flüssiger und fester Form – insbesondere in letzterer unter dem Namen von Conservesalzen u. dgl. für sich oder mit anderen Substanzen, wie Kochsalz, vermischt — ziemlich verbreitet und werden in neuester Zeit immer wiederum neue Mischungen oder Verbindungen derselben, z. B. die Glycoborate, verfertigt und zum Haltbarmachen der menschlichen Nahrungsmittel empfohlen.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika soll Fleisch haltbar gemacht werden, indem man vor dem Schlachten in eine Halsvene des zu tödtenden Thieres eine Lösung von Borsäure injicirt, welche sich sonach mit dem Blute im Körper vertheilt. Die so mit Borsäure durchsetzten Weichtheile sollen sich wochenlange unverändert erhalten und soll die Anwendung dieses Verfahrens ziemlich weit verbreitet sein[1]).

Namentlich an den Küsten der Nordsee werden die frisch gefangenen Seefische mit Borsäure oder Boraxpulver bestreut und so zum Transporte ins Binnenland geeignet gemacht.

In verschiedenen grossen Städten soll es — wie man sich erzählt — bei den Schlächtern und Fleischverkäufern im Sommer gebräuchlich sein, die Fleischstücke mit Borsäure oder Boraxpulver bestreut zum Verkaufe aufzubewahren. Aber nicht bloss solchen Producten werden Borsäure oder Borate zugesetzt, von welchen dieselben eventuell vor dem Gebrauche durch Abwaschen theilweise wieder entfernt werden, auch der käuflichen Milch fügt man sehr häufig, um sie einige Zeit vor der Säuerung zu schützen, die verschiedenartigsten Conservepulver: Lactin, Aseptin u. s. w. zu, welche nach hiesigen Untersuchungen aus Borsäure oder Borax bestehen oder doch meist Borsäure enthalten.

Was wir hier in dieser Beziehung erfahren haben, kommt wohl an anderen Orten in gleicher Weise vor; so wenigstens berichtet Reiset[2]) von einer ausgebreiteten Anwendung der Bor-

1) Boston Journ. of Chem. 1882 p. 83.

2) Reiset, Observ. sur le lait bleu (C. R. t. 96 p. 746): »On sait, en effet, que .... le lait avant son transport subit le plus ordinairement un véritable traitement; il reçoit une proportion notable de bicarbonate de soude, ou même un mélange composé de borax et d'acide borique.«

säure zur temporären Haltbarmachung der Milch in einem Theile Frankreichs. Auch in Deutschland werden Conservesalze für Milch in den Handel gebracht und verbraucht, die beinahe ausschliesslich aus Borax und aus Borsäure bestehen[1]). Ebenso findet sich Borsäure nicht selten in condensirter Milch.

Da die Kuhmilch bei der Ernährung der Kinder in quantitativer Beziehung einen hervorragenden Platz einnimmt, so ist es insbesondere hier erforderlich zu wissen, ob mit der Zufügung von Borsäure zu Nahrungsmitteln nicht nachweisbare Wirkungen auf den Consumenten derselben verknüpft sind.

Zur Entscheidung der vorliegenden Frage nun beschlossen wir in einer ersten Versuchsreihe eine Anzahl Tage hindurch eine in quantitativer und qualitativer Hinsicht gleichmässig zusammengesetzte Nahrung zu verzehren, die aus gewöhnlich gebrauchten Speisen zusammengesetzt war, und hierbei die Menge der für diese Kostart treffenden Fäces für sich und nach Zusatz von Borsäure zu bestimmen. Die hierzu nöthigen Versuche habe ich unter Beobachtung aller nöthigen Vorsichtsmaassregeln bei der quantitativen Zusammenstellung der Bereitung der Speisen, die unter meinen Augen geschah, an mir selbst ausgeführt[2]). Ich bemerke hierzu, dass ich bei einem mittleren Körpergewichte von 72 Kilo (während der Dauer der Versuche) von ziemlich kräftiger Constitution bin und meine Verdauungsthätigkeit regelmässig abläuft. An besonderen Darmerscheinungen abnormaler Art habe ich meines Wissens niemals gelitten, und ertrage ich im Allgemeinen die verschiedenartigsten Speisen ohne Störungen. Auch in tropischen Klimaten, bei meinem mehrjährigen Aufenthalte als Militärarzt auf Java und auf Sumatra, auch während des Krieges in Atjeh, habe ich keine nachtheiligen Einflüsse auf die Verdauungsorgane an mir erfahren, die bleibende Folgen gehabt hätten, oder sich etwa gar in die Zeit meines Urlaubes

---

1) Vgl. Fleischmann, Bericht über die Wirksamkeit der milchwirthschaftlichen Versuchsstation Baden im Jahre 1881, S. 24. Rostock 1882.

2) Eine kurze Mittheilung über Gang und Resultate der Untersuchungen wurde von Prof. Forster in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft 1883 12. Heft S. 1754 veröffentlicht.

von der Niederländisch-Indischen Armee und meinen Aufenthalt in Europa erstreckt hätten.

Die Anordnung des Versuches nun bestand darin, dass zum Beginne der Reihe am ersten Tage ausschliesslich Milch mit einigen hartgekochten Eiern verbraucht wurde, zu dem Zwecke, durch die dadurch producirten Milch- und Eierfäces, die der Versuchsreihe angehörenden Fäces von den Verdauungsrückständen der vorhergehenden Kost abscheiden zu können. Unter Beobachtung der bereits von Rubner angegebenen Vorsichtsmaassregeln gelang dies in bester Weise durch die Bildung gelbgefärbter, fester Excremente. Hierauf wurden drei Tage hindurch, in Form der hier üblichen Mahlzeiten (erstes und zweites Frühstück, Mittagessen um 5 Uhr Nachmittags und kleines Abendbrod), die genau gewogenen und bekannten Speisen gemengt in gleichbleibender Tagesquantität verzehrt, und am fünften Tage wiederum ausschliesslich Milch nebst einigen Eiern zur Abgrenzung der Fäces verbraucht; unmittelbar an diesen Milchtag schloss sich eine dreitägige Periode, in welcher täglich genau qualitativ und quantitativ die gleichen Speisen wie vorher gegessen wurden, nur dass den einzelnen Speisen und gleichmässig vertheilt täglich je 3 g Borsäure zugesetzt wurden. Am neunten Tage wurden wiederum nur Milch und Eier aufgenommen, während hierauf endlich eine weitere dreitägige Periode folgte, in der die gleiche Kost wie früher, diesmal jedoch wiederum ohne Zusatz von Borsäure, gegessen wurde. Zur Abgrenzung der auf die letzte Periode treffenden Fäces wurde die Gesammtreihe in der Weise geschlossen, dass am dreizehnten Tage nur mehr Milch und Eier die Nahrung bildeten. Die den einzelnen dreitägigen Perioden angehörenden Verdauungsrückstände, die in täglich regelmässig erfolgenden Defäcationen entleert wurden, konnten so, durch die Milch-Fäces von einander getrennt, gesondert behandelt und untersucht werden.

Der während der Versuchsreihe entleerte Harn wurde in 24stündigen Perioden gesammelt und in demselben der Harnstoff nach der von Pflüger angegebenen Modification der Liebig'schen Methode bestimmt.

Was die Quantität der während der Reihe täglich verzehrten Speisen anlangt, so ist dazu Folgendes zu bemerken: Es ist eine bekannte Erfahrung, dass der Mensch nur schwer ein täglich gleichbleibendes Speisengemenge längere Zeit in der gleichen Quantität verzehren kann; es ist dies eine Erfahrung, die bereits W. Stark im vorigen Jahrhunderte an sich machte und die seither öfters sich wiederholte, so insbesondere auch in den bekannten Versuchen von G. Meyer[1]), in welchen dieser mehrere Tage hindurch Brod essen musste. Es geht jedoch leichter, Speisen ohne Abwechslung zu geniessen, wenn nicht deren Quantität eine grössere ist. Dies veranlasste uns, zum täglichen Genusse eine Speisenmenge zusammenzusetzen, deren Volum und Nährstoffgehalt ziemlich geringer war, als gewöhnlich in der mittleren Kost eines Erwachsenen gefunden wird. Es erschien dies um so zweckmässiger, da man weiss[2]), dass kleinere und mittlere Speisevolumina besser im menschlichen Darmkanale ausgenutzt werden als grössere. Bei der Wahl kleinerer Speisenmengen stand nicht zu befürchten, dass unter dem Einflusse des verzehrten Volums bereits nach einigen Tagen eine Veränderung in der Speiseausnutzung hervorgerufen würde, die dann etwa unrechter Weise der Borsäure zur Last gelegt würde. Die Rohmaterialien der Speisen und Getränke, die ich nun genau in der gleichen Weise in den drei dreitägigen Versuchsperioden verbrauchte, wurden, soweit das möglich war, von einem grösseren Vorrathe oder von denselben Lieferanten bezogen, vollkommen gleichmässige Stücke ausgewählt, täglich in gleicher Quantität mit gleichbleibenden Mengen Butter, Salz, Wasser, Gewürzen u. dgl. zubereitet, und endlich in den zur Zubereitung verwendeten Gefässen selbst bis auf den letzten Rest verzehrt. Von den ursprünglichen Materialien wurden ausserdem, soweit das erforderlich war, Bestimmungen der Trockensubstanz und bisweilen auch des Stickstoff- und Fettgehaltes ausgeführt. Die auf solche Weise verbrauchte tägliche Nahrung bestand aus den nachstehenden Rohmaterialien:

1) Zeitschrift f. Biol. (1871) Bd. 7 S. 1.

2) Vgl. J. Forster, Ernährung und Nahrungsmittel S. 104.

200 g von sichtbarem Fett befreitem Fleische (Filetstück)
500 » Milch
2 Stück Eier von 54—60 g
120 g Butter
200 » Kartoffel
250 » Wirsing (Savoyer Kohl)
300 » Brod.

Dazu kamen noch 300 g Wasser zum Kochen etc. der Speisen und ausserdem zum Trinken während des ganzen Tages und Abends 250 g Trinkwasser und 350 g Bordeaux-Wein mit 500 g Emser Wasser. Aus diesen Materialien berechnet sich theilweise nach besonders ausgeführten Analysen, theilweise nach den bekannten mittleren Zusammensetzungen der Nahrungsmittel, als an einem Tage aufgenommen:

	Trockensubstanz	Eiweiss	Stickstoff	Fett
Fleisch	51,0	39,8	6,37	3,0
Brod	159,6	26,7	4,27	3,3
Kartoffel	48,4	3,6	0,57	0,4
Kohl	27,5	8,3	1,33	0,9
Eier	24,0	12,6	2,02	9,8
Butter	110,0	1,8	0,29	108,0
Milch	55,2	15,5	2,48	15,0
Summe:	475,7	108,3	17,33	140,4

Die in den Getränken enthaltenen geringen Mengen fester Stoffe können, da sie leicht und rasch nach ihrer Aufnahme in den Darm resorbirt werden, hierbei ausser Betracht bleiben.

An den Milchtagen wurden in zwei Mahlzeiten zusammen 1 Liter Milch und 4—6 Eier verzehrt.

Ich habe noch der Menge Borsäure zu gedenken, welche in der zweiten Versuchsperiode täglich der Nahrung zugesetzt wurde. Rechnet man, dass ein Mensch zufällig Milch verbraucht, welcher der Verkäufer, um sie vor dem Sauerwerden zu bewahren, ½ g Borsäure pro Liter zugesetzt habe; ferner, dass der Schlächter, von welchem jener das Fleisch bezieht, die Gewohnheit hat, es mit einem Borsäure haltenden Conservepulver zu bestreuen, das zum Theil in das Fleisch eindringt und beim Abwaschen nicht entfernt wird, und nimmt man an, dass unter den übrigen Speisen, welche genossen werden, Conservepräparate, und in diesen und den Getränken etwa ebenfalls noch Borsäure

enthalten wäre, so könnte der Zufall nicht unschwer dahin führen, dass 1—2 g und selbst mehr Borsäure in der Nahrung eines Tages enthalten und mit derselben verzehrt würden. Wir beschlossen daher, für die auszuführende Versuchsreihe eine tägliche Dose zu wählen, welche sicher die Maximalmenge der in den Speisen möglicherweise enthaltenen Borsäure betrüge oder etwas überschritte, ohne jedoch so gross zu sein, dass bereits pharmakodynamische Wirkungen erwartet werden dürften. Auf Grund dieser Ueberlegungen kamen wir zu der oben erwähnten Zahl von 3 g Borsäure pro Tag, welche in reinem Zustande auf die verschiedenen Speisen und Getränke, Milch, Wein, Fleisch, Gemüse etc., vertheilt und so allmählich im Laufe des Tages mit letzteren verzehrt wurden. Ich bemerke an dieser Stelle, dass ich von einer allgemeinen oder besonderen Wirkung des Borsäurezusatzes auf das Verhalten der verschiedensten Organe meines Körpers, abgesehen von den später zu besprechenden Erscheinungen mit Bezug auf die Resorption im Darme, nichts wahrnehmen konnte. Allein mein subjectives Befinden schien einigermaassen verändert zu sein, indem ich an den Tagen des Borsäuregenusses, wie noch ein paar Tage nachher, leichter zu ermüden glaubte, als das sonst der Fall war, obwohl meine Thätigkeit während der ganzen Versuchsreihe möglichst gleichmässig geordnet war und wesentlich in der Laboratoriumsarbeit bestand. Indess muss ich erwähnen, dass in den späteren Versuchstagen sich selbstverständlich wegen der allmählichen Anhäufung des zu untersuchenden Materials, besonders Fäces und Harn, auch die Arbeit etwas steigerte. Dieser Umstand mag, da ich doch anfänglich noch nicht intensiv genug geübt war, trotz der beständigen Aufsicht und Hilfe von Prof. Forster, auf meine subjective Stimmung etwas eingewirkt haben, während allerdings objective Zeichen einer Beeinflussung von Seite des verbrauchten Antisepticums fehlten, soweit es wenigstens Puls, Körpertemperatur u. s. w. betrifft.

Was nun zunächst die Harnausscheidung anlangt, so erhielt ich für die drei Perioden von je dreitägiger Dauer, die jedesmal durch einen Milchtag von einander geschieden waren, folgende Zahlen:

	Harn	Harnstoff	Phosphorsäure (P_2O_5)	Schwefel als SO_2	Gesammt-Schwefel
	in ccm	in grm	in grm	in grm	in grm
25.—27. Oct. 1882. I. Periode (3 Tage) . . .	3999	111,95	7,80	3,57	4,24
28. Oct. 1882. Milchtag	1275	31,54	3,11	—	—
29.—31. Oct. 1882. II. Periode (3 Tage) . . .	4570	110,86	9,36	4,04	4,18
1. Nov. 1882. Milchtag .	1025	28,90	2,77	—	—
2.—4. Nov. 1882. III. Periode (3 Tage) . . .	3485	107,51	8,21	3,88	4,02

Für je einen Tag der Perioden berechnet sich sonach folgende Harnstoffausscheidung:

An einem Tage der	grm Harnstoff
I. Periode	37,32
II. Periode	36,95
III. Periode	35,84

Da die verzehrte Menge von Eiweiss etwa einer Quantität von 36,5 g Harnstoff entspräche und ausserdem noch Stickstoff in den Fäces ausgeschieden wird, so ergibt sich hieraus, dass während der Versuchsdauer eine kleine Menge von Eiweiss vom Körper verloren ging, wie dies auch von vorne herein bei der ausgewählten Kost zu erwarten war. Eine vermehrende Wirkung der Borsäure auf den Eiweissumsatz ist, gleichwie in den Versuchen von Cyon, nicht zu bemerken[1]); die geringe Abnahme der Harnstoffmenge erklärt sich durch die bekannte Erscheinung[2]), »dass die Zersetzung von Eiweiss im Körper sich bei gleichbleibender Eiweisszufuhr allmählich mit letzterer ins Gleichgewicht setzt«. Da ich vorher bei gewöhnlicher Kost wohl etwas mehr Eiweiss im Tage aufgenommen habe, so ist dieses geringe Sinken während der 12tägigen Periode leicht erklärlich und bedeutet sicherlich nicht etwa eine eiweissersparende Wirkung des Genusses von Borsäure. Eher dürften die für die Phosphorsäureausscheidung

1) In den Versuchen von Gruber am Hunde (Zeitschr. für Biol. [1880] Bd. 16 S. 198) mit anderen Resultaten sind Boraxmengen angewendet worden, welche unsere Quantitäten der Borsäure weit überschreiten.

2) Vgl. J. Forster, Ernährung und Nahrungsmittel S. 26.

erhaltenen Zahlen darauf hinweisen, dass unter dem Einflusse der Darreichung der antiseptischen Säure mehr Phosphorsäure — bestimmt nach Neubauer — durch den Harn den Körper verlässt, als bei gleicher Nahrung ohne die Borsäure der Fall ist. Indess sind nach der Meinung und den Erfahrungen Prof. Forster's die hier zu beobachtenden Verhältnisse zu complicirt, um einen einigermaassen sicheren Schluss zu ziehen und bedürften hierzu einer eingehenderen und gesonderten Untersuchung, die uns von dem gesteckten Ziele nur abhalten würde. Das Verhältniss des Schwefels endlich, welcher im Harne in Form von Kalium- oder Natriumsulfat ausgeschieden wird — bestimmt nach Baumann durch Ausfällen mittels Chlorbarium in dem mit Essigsäure angesäuerten Harn, — zu dem Gesammtschwefel (enthalten durch Verbrennen des Harns mit Soda und Salpeter) ist in der ersten Periode ein viel höheres als in der Periode, in welcher der Nahrung Borsäure zugesetzt wurde, und in der der letzteren folgenden Reihe; in der Weise, dass in der ersten Periode auf einen Theil Schwefel, der in Form von Sulfosäure u. s. w. den Körper verlässt, bedeutend weniger Schwefel, der in Form von Schwefelsäure im Harne enthalten, trifft, als in dem zweiten und dritten Versuchsabschnitte. Es verhält sich nämlich der Schwefel, der in Form von Schwefelsäure im Harne sich befindet, zu dem Gesammtschwefel wie

I. Periode	1 : 1,188
II. »	1 : 1,035
III. »	1 : 1,036

oder auf 1 Schwefel in Form von Sulfosäure u. s. w. trifft Schwefel in Form von Schwefelsäure:

I. Periode	5,3
II. »	28,9
III. »	27,7

Man könnte daraus auf eine günstige Wirkung des Zusatzes der Borsäure schliessen, in dem Sinne, dass durch den Genuss der letzteren die bei gemischter Kost unvermeidlich im Darme sich einstellenden Fäulnisserscheinungen vermindert wurden, und dass diese Verminderung auch noch einige Zeit nach der Unterbrechung der Borsäurezufuhr anhalte. In der That steigt die

Berechtigung zu dieser Annahme, wenn man sieht, dass das gleiche Verhalten des Schwefels im Harne sich an dem auf den Borsäuregenuss folgenden Milchtag ergibt. Es verhält sich nämlich Schwefel als SO_3 zu Gesammtschwefel (a) oder sog. unoxydirter Schwefel zu Schwefel als SO_3 (b) wie

	a:	b:
Am Milchtag vor dem Borsäurezusatz	1 : 1,256	1 : 3,9
» » nach » »	1 : 1,037	1 : 26,7

Indess muss man nach unserer Meinung bei der Beurtheilung dieser Zahlen vorsichtig sein, da insbesondere die Bestimmungen der Schwefelsäure in dem verdünnten Harne immerhin manche bekannte Schwierigkeiten darbieten, so z. B. beim Filtriren des Bariumsulfates, die dann bei den an sich kleinen Differenzen der erhaltenen Zahlen leicht zu irrthümlichen Schlüssen leiten dürften. Genauere Resultate liessen sich hier wohl nur durch Experimente an Thieren erzielen, die im hiesigen Laboratorium noch besonders ausgeführt werden. In der That sind die Verhältnisszahlen des im Harne in verschiedener Form enthaltenen Schwefels an den einzelnen Versuchstagen nicht so constant und gleich denen, die für die ganzen Versuchsperioden berechnet wurden.

Für alle Fälle aber geht namentlich aus den Zahlen, die für die Harnstoffausscheidung gewonnen wurden, hervor, dass es in der That gelungen war, in der ganzen Versuchsreihe eine sehr gleichmässige Zufuhr der Speisen festzuhalten, was bekanntlich bei gemischter Kost nur unter Beobachtung grosser Sorgfalt erreicht werden kann. An letzterer haben wir es allerdings trotz mancher Schwierigkeiten bei der Bereitung der Speisen u. s. w., die jedoch durch die treue Beihilfe meiner Frau und meine beständige Controle überwunden werden konnten, nicht fehlen lassen.

Die Wägung der Fäces ergab nach sorgfältiger Abscheidung der durch ihre Consistenz und Färbung leicht zu unterscheidenden Verdauungsrückstände der Milchtage die nachstehenden Zahlen; ich bemerke hierbei noch, dass die Defäcation regelmässig zwischen 11 und 12 Uhr Vormittags erfolgte, wobei dann, wie

namentlich die Entleerung der Milchfäces zeigte, meist die vom vorhergehenden Tage stammenden Verdauungsrückstände ausgeschieden wurden.

Versuchstag	Gehörend zum Versuchstag	Frische Substanz in grm	Substanz bei 100° trocken in grm
2. 26. Oct. 1882	1.	31,0[1]	4,85
3. 27. » »	2.	83,5	16,62
4. 28. » » (Milchtag)	3.	147,5	28,30
5. 29. » »	3.	31,8[2]	9,23
6. 30. » »	5.	96,5[3]	13,32
7. 31. » »	6.	117,6	21,06
8. 1. Nov. » (Milchtag)	7.	130,0	24,06
9. 2. » »	7.	42,0[4]	11,94
10. 3. » »	9.	76,0[5]	12,51
11. 4. » »	10.	103,1	19,23
12. 5. » » (Milchtag)	11.	150,0	26,68
13. 6. » »	11.	33,3[6]	9,33

Rechnet man die für die einzelnen Tage gefundenen Zahlen nach den drei Versuchsperioden zusammen, so erhält man bei gleichbleibender Zufuhr:

	frische Fäces	trockene Fäces
I. Periode	293,8	59,0
II. » (mit täglich 3 g Borsäure) .	386,1	70,4
III. »	362,3	67,7

Es erscheint nach diesen Zahlen zweifellos, dass unter dem Einflusse des Borsäuregenusses eine grössere Menge Fäces aus dem Körper ausgeschieden wird, als bei gleicher Nahrung ohne Borsäurezusatz der Fall ist. Ist diese Vermehrung am Tage

1) Nach Abgrenzung von 41 g Milchfäces.

2) Die ausgeschiedenen Fäces bestanden erst aus der oben angegebenen Menge, die zur gemischten Kost gehörten, an welche sich dann 40,0 g frische Milchfäces anschlossen.

3) Abgegrenzt von den erst entleerten Milchfäces, welche 24,0 g betrugen.

4) Wie vorher abgetrennt von 55,0 g frische Milchfäces.

5) Abgegrenzt von 17,0 g frischen, zuerst entleerten Milchfäces.

6) Nach Abtrennung der nachfolgenden Milchfäces.

auch eine sehr geringe, so beträgt sie doch im Verlaufe der dreitägigen Perioden nahezu 100 g frischer und über 10 g der Trockensubstanz, oder etwa 30 % der Ausscheidungsgrösse des frischen Kothes und etwa 20 % der Trockensubstanz desselben.

Bemerkenswerth ist, dass die Wirkung des Genusses von täglich 3 g Borsäure, die als Zusatz zu den Speisen verzehrt werden, sich auf längere Zeit hin erstreckt, so dass in der, der Borsäureperiode folgenden Normalperiode nahezu die gleichen Mengen frischer und trockener Fäces geliefert werden, wie während des Säureverbrauches selbst.

Während sonach ein Einfluss des Borsäurezusatzes zu den genossenen Speisen auf die Quantität der Fäces deutlich zu erkennen ist, scheint eine qualitative Veränderung in der Zusammensetzung derselben nicht erfolgt zu sein. Der Wassergehalt ist in den drei Versuchsperioden nahezu derselbe, in der zweiten und dritten Periode nur um ein weniges höher; ebenso ist der procentische Gehalt derselben an Stickstoff und Asche in der zweiten und dritten Periode unbedeutend verschieden von dem der ersten Periode. Es berechnet sich nämlich aus den stets mit Controlbestimmungen ausgeführten Untersuchungen der Fäces der nachstehende procentische Gehalt wichtiger Bestandtheile:

	Wasser	Stickstoff[1])	Asche[1])
I. Periode	79,9	5,87	16,60
II. »	81,8	5,88	15,98
III. »	81,3	5,76	15,57

Bereits nach den vorstehenden Zahlen ist es sonach zweifellos, dass der tägliche Genuss von 3 g Borsäure einen Einfluss auf den Verdauungsapparat des normalen Menschen ausübt, der sich zunächst in einer gleichmässigen Erhöhung in der Quantität der normalen Kothbestandtheile zu äussern scheint.

Man könnte nun gegen die vorliegende Versuchsreihe den Einwand erheben, dass die Resultate derselben mehr zufälliger Natur wären und insbesondere, dass die Fäcesmenge in der ersten Reihe nicht, dagegen wohl die der dritten Periode, und

1) In Procent der Trockensubstanz.

demnach auch die der zweiten, die normale Ausnutzung der von mir verzehrten gemischten Kost darstelle. In der ganzen mit möglichster Sorgfalt ausgeführten Versuchsreihe liegt allerdings für eine solche Annahme kein erkennbarer Grund vor. Wir beschlossen aber dessenungeachtet, nachdem einmal das Resultat der ersten Reihe bekannt war, noch einige weitere Versuche anzustellen.

Wir haben für die weiteren Prüfungen nicht mehr gemischte Kost gewählt, sondern Milch und Eier, von denen mir durch vorhergehende Versuche bekannt war, dass deren Genuss bei mir zu einer gleichmässigen und geregelten Defäcation führte. Die Milch wurde namentlich deshalb gewählt, da es uns wichtig erschien, gerade an einer Substanz den Einfluss der Borsäure zu untersuchen, welche vor allem vielfach, namentlich in der warmen Jahreszeit, einen Zusatz dieser Säure erfährt, und zudem noch, weil die Milch als Kindernahrungsmittel in relativ grösserer Menge von den Einzelnindividuen verbraucht wird, und damit die Gelegenheit zur Aufnahme einer nicht unbedeutenden Menge des Conservemittels von jugendlichen Organismen gegeben ist. Wie bei der ersten Versuchsreihe sollte auch hier der zu gebrauchenden Milch erst eine grössere Menge der Borsäure zugesetzt werden; dann aber sollte zugesehen werden, ob auch bei einer geringeren Menge derselben bereits eine Wirkung auf den Darm nachzuweisen wäre.

Die Anordnung der nun folgenden Versuche war derart, dass an zwei aufeinanderfolgenden Tagen, denen der Verbrauch gewöhnlicher Kost vorausging, ausschliesslich Milch aus der hiesigen Kindermilchanstalt und Eier verzehrt wurden, worauf dann am dritten Tage nach einer Pause in der Nahrungsaufnahme, welche zur Abgrenzung der Fäces erfahrungsgemäss hinreichend war, wieder gewöhnliche gemischte fleischhaltige Nahrung aufgenommen wurde. Letztere Erfahrung musste allerdings erst durch ein paar missglückte Versuche gewonnen werden, wobei die zu früh genossenen Speisen des dritten Tages, resp. ihre Rückstände sich im Dickdarme mit den Milchfäces, die ihrer Consistenz halber etwas länger daselbst verweilen, sich etwas

mischten und dann eine scharfe Abgrenzung des für die Milchtage treffenden Kothes nicht erlaubten. Nachstehend sind nur diejenigen Versuche zur Mittheilung ausgewählt, bei welchen die Abgrenzung der gelblichen und consistenteren Milch- und Eierfäces von denen des gemischten Essens bis auf ein paar Zehntelgramm mit Sicherheit geschehen konnte.

Von der verwendeten Milch wurden doppelte Trocken- und Fettbestimmungen ausgeführt und ebenso das Gewicht des verzehrten Antheils, sowie der Eier, die von einem untersuchten Vorrathe stammten, genau bestimmt.

Zwischen den einzelnen Versuchen, namentlich wenn Borsäure gereicht wurde, musste nach den Erfahrungen der ersten Reihe zur eventuellen Restitution des Darmes bis zur Ausführung des nächsten Versuches etwas gewartet werden, so dass natürlich längere Zeit bis zur Vollendung der ganzen Reihe verfloss.

Auf solche Weise nun wurden in drei je zweitägigen Versuchen innerhalb der zwei Versuchstage (in 48 Stunden) in zweckmässiger Weise 2250 ccm Milch und 12 Eier verzehrt. Aus gleichem Grunde wie früher sollte auch hier nicht ein grösseres Volum der Speisen verbraucht werden. In diesen Quantitäten von Milch und Eiern waren nun enthalten, bezw. in den Darmkanal eingeführt worden:

		Trockensubstanz	Stickstoff	Eiweiss[1])	Fette[2])
1: 8.—9. Dec. 1882:	Milch	279,2	12,42	77,6	80,9
	Eier	153,0	13,23	82,7	63,9
	Summe:	432,2	25,65	160,3	144,8
2. 30.—31. Dec. 1882:	Milch	250,1	11,12	69,5	65,4
	Eier	171,8	14,12	89,6	69,3
	Summe:	421,9	25,24	159,1	134,7
3. 10.—11. Jan. 1883:	Milch	271,3	12,06	75,4	82,5
	Eier	162,1	14,02	87,6	67,7
	Summe:	433,4	26,08	163,0	150,2
4. 28.—29. Jan. 1883:	Milch	262,1	11,65	72,8	75,9
	Eier	165,2	14,23	89,3	69,0
	Summe:	427,3	25,88	162,1	144,9

1) Aus dem Stickstoff durch Multiplication mit 6,25 erhalten.
2) Bezw. Aetherextract.

In der ersten Versuchsreihe wurden der verwendeten Milch täglich 1,5 g, also zu der obigen Trockenmenge in zwei Tagen 3 g Borsäure zugesetzt; in der dritten Reihe betrug der Borsäurezusatz im Tage 0,5 g, so dass innerhalb der zwei Versuchstage nur 1 g Borsäure mit den Speisen aufgenommen wurde. In der zweiten und vierten Reihe wurden Milch und Eier ohne jeden Zusatz verzehrt.

Die Ausscheidung der Fäces, die, wie bereits angegeben, sehr scharf von den sog. gemischten Fäces abgegrenzt werden konnten, geschah täglich wie früher; es wurden jedoch in diesen Reihen die an den zwei aufeinanderfolgenden Tagen erhaltenen Fäces in einer einzigen Schale gesammelt und auf solche Weise nur die Gesammttrockenmenge derselben bestimmt, da ja nach den früheren Erfahrungen der Wassergehalt keinen Schwankungen während unseren Versuchen unterlag. In der That zeigten auch hier in allen vier Reihen die Fäces ein gleichmässiges Aussehen, Consistenz u. s. w. und genügte daher die Bestimmung der auf die einzelnen Reihen treffenden Trockenmenge, auf welche es auch allein ankommt. Diese Gesammtmenge betrug nun für die Fäces

	Trockenmenge
des 1. Versuches	26,89 g
» 2. »	22,08 »
» 3. »	25,29 »
» 4. »	19,72 »

Was die Zusammensetzung der Fäces anlangt, so enthalten 100 g der Trockensubstanz derselben

Stickstoff	Asche
4,00	25,78
3,53	22,69
4,10	26,67
3,90	25,00

Die Resultate der zweiten Versuchsreihe sind nach diesen Zahlen in völliger Uebereinstimmung mit den Ergebnissen des ersten Experimentes, wenn es sich auch hier bei der geringeren täglichen Aufnahme, ausschliesslich von animalischen Substanzen, um absolut niedrigere Zahlen handelt als das erste Mal. Aber die Menge der trockenen Fäces, welche an den Borsäuretagen ausgeschieden

wurden, ist erheblich grösser als an den Tagen, an welchen die gleichen Nahrungsmengen ohne Borsäure genossen wurden. Dabei steht diese Vermehrung der Fäcesmenge noch in einer, in hohem Grade bemerkenswerthen Proportion zu der eingenommenen Borsäuremenge. Beachtenswerth ist hierbei noch, dass der procentische Stickstoffgehalt der Borsäurefäces etwas grösser ist als der reinen Milch- und Eierfäces, woraus geschlossen werden darf, dass unter dem Einflusse der Borsäure nicht bloss die Quantität, sondern auch die Qualität der Fäces eine Veränderung erleidet. In quantitativer Beziehung, im Vergleiche mit den aufgenommenen Speisemengen, ist die Vermehrung der Kothausscheidung allerdings nicht sehr beträchtlich, aber immerhin so, dass dieselbe wohl in Betracht zu ziehen ist, wenn es sich um die Beurtheilung des Nährwerthes der mit Borsäure conservirten Speisen handelt. Es werden nämlich in den Fäces von der Trockenmenge und dem Stickstoffe, welche in den Speisen aufgenommen wurden, procentisch, d. h. die durch den Mund aufgenommene Menge dieser Substanzen gleich hundert gesetzt, ausgeschieden:

		Trockensubstanz		Stickstoff	
		in den Fäces	in % der aufgenommenen Trockensubstanz	in den Fäces	in % des verzehrten N
I. Reihe	1. Periode	59,00 g	12,4	3,47 g	20,0
	2. »	70,38 »	14,8	4,14 »	23,9
	3. »	70,86 »	14,9	4,08 »	23,5
II. Reihe	1. Versuch	26,89 »	6,2	1,07 »	4,2
	2. »	22,08 »	5,2	0,78 »	3,1
	3. »	25,29 »	5,8	1,04 »	4,0
	4. »	19,72 »	4,6	0,77 »	3,0

Es kann sonach, wenn man die beiden Versuchsreihen, mit gemischter Kost und mit Milch und Eiern, übersieht, keinem Zweifel mehr unterworfen sein, dass die Borsäure, als Zusatz zu den Speisen genossen, einen Einfluss auf die Verdauungsorgane ausübt, der sich zunächst in der Vermehrung der Menge der in den Fäces enthaltenen Trockensubstanz äussert. Dabei ist einerseits, wie sich aus dem Vergleiche der Zahlen des vierten Versuches der zweiten Reihe mit den übrigen ergibt, bereits eine

Menge von 1 g Borsäure im Tage in der Milch hinreichend, um beim Erwachsenen mit keineswegs zu empfindlichen Verdauungsorganen die genannte Wirkung hervorzurufen. Andererseits erstreckt sich der Einfluss der Borsäure, wie aus der ersten Versuchsreihe hervorging, auch über die Zeit des Borsäureverbrauches hinaus. Es ist nun die Frage, worin diese unbestreitbare Wirkung des Borsäuregenusses beruht. Es liegen hier wohl zunächst zwei Möglichkeiten vor. Einmal wäre es denkbar, dass unter dem Einflusse des Verbrauches der Borsäure mehr Verdauungssäfte im Darme abgesondert würden, und dass sonach die Trockensubstanz in den Fäces durch die normalen Rückstände der reichlicher gelieferten Säfte im Darme vermehrt worden wäre. Es wäre dies gleich zu achten einer günstigen Wirkung der Borsäure, welche hiernach als ein die Verdauung beförderndes Mittel zu betrachten wäre. Allein es könnte sich auch gerade umgekehrt verhalten. Die Vermehrung der Trockenmenge in den Fäces nach dem Borsäureverbrauche könnte nämlich entweder davon herrühren, dass von den aufgenommenen Nahrungsstoffen oder Speisebestandtheilen, insbesondere auch von den stickstoffhaltigen, weniger aus dem Darme resorbirt worden wäre, oder dass unter dem gleichen Einflusse feste Stoffe, wie Epithelien u. dgl., von den Darmwandungen in reichlicherer Menge sich dem Darminhalte beimengen und so die Quantität der Fäces vermehren. In beiden Fällen, verminderte Resorption oder vermehrte Abstossung der Darmepithelien, wäre sonach ein nachtheiliger Einfluss der Borsäure gegeben, der auf die Dauer leicht zu schädlichen Erscheinungen und Veränderungen im Darme führen müsste.

Es ist klar, dass eine Untersuchung der die Fäces zusammensetzenden Bestandtheile die hier auftauchenden Fragen zu lösen geeignet ist. Ich habe nun die trockenen Fäces noch weiter in der Weise untersucht[1]), dass genau abgewogene Mengen

1) Da diese Untersuchung der trockenen Fäces, insbesondere die verschiedenen Extractionen mit neutralem und saurem Aether und Alkohol sehr lange Zeit erfordern, so bin ich nur mit einem Theile dieser Analyse fertig geworden. Der kleine Rest der Analyse soll noch vor meiner Abreise nach Indien in Prof. Forster's Laboratorium vollendet werden. Es bleibt noch

derselben erst mit Aether, dann mit Alkohol, sodann mit Aether und Alkohol, die mit Salzsäure oder Schwefelsäure angesäuert waren, zur Entfernung der Fette, Fettsäuren, Cholestearine etc., sowie der Rückstände der Galle extrahirt wurden, und dass nun in dem Extractionsrückstande der in jenen Lösungsmitteln unlösliche Stickstoff bestimmt wurde. Dieser Stickstoff entspricht der Menge der in unlöslichem Zustande in den Fäces enthaltenen Eiweissstoffe und etwa den an sich unlöslichen stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Speisen, den Nucleinen u. dgl.

Nach dieser Untersuchung besteht die Trockensubstanz der bisher analysirten Fäces, die von der zweiten Versuchsreihe (Milch- und Eierkost) abstammen, im Wesentlichen procentisch aus:

100 g trockene Fäces =							
Versuch	Stickstoff	Aether- u. Alkohol-Extract	Extract mit saurem Alkohol	In Aether, Alkohol u. saurem Alkohol unlöslicher		In den Extracten enthalten. Stickstoff	Gesammt-Extract
				Rückstand	Stickstoff		
1.	4,00	29,24	51,68	19,08	2,08	1,92	80,92
2.	3,53	33,72	44,77	21,51	2,23	1,30	78,49
3.	4,10	27,91	50,62	21,47	2,54	1,56	78,53
4.	3,90	35,11	42,14	22,75	2,33	1,57	77,25

Aus der procentischen Zusammensetzung lässt sich nun berechnen, wie viel von den einzelnen Bestandtheilen in absoluten Mengen in den Versuchen mit und ohne Zusatz von Borsäure ausgeschieden wurden. Diese Mengen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Trockene Fäces	Stick-stoff	Aether- u. Alkohol-Extract	Extract mit saurem Alkohol	In Aether, Alkohol u. saurem Alkohol unlöslicher		In den Extracten enthalten. Stickstoff	Gesammt-Extract
				Rückstand	Stickstoff		
26,89	1,07	7,86	13,90	5,13	0,56	0,51	21,76
22,08	0,78	7,44	9,88	4,75	0,49	0,29	17,32
25,29	1,04	7,06	12,80	5,43	0,64	0,40	19,86
19,72	0,77	6,92	8,31	4,49	0,46	0,31	15,23

die Extraction mit saurem Alkohol und die Untersuchung des Extractionsrückstandes, insbesondere seines N-Gehaltes, übrig.

Aus den vorstehenden Zahlen lässt sich einstweilen noch kein vollkommen sicherer Schluss ziehen, da erst noch die Analysen der von der gemischten Kost herstammenden Fäces ausgeführt werden müssen. Indess ist deutlich zu erkennen, dass von den Kothbestandtheilen wesentlich die sog. Extractivstoffe in vermehrtem Maasse an den Tagen, an welchen Borsäure verzehrt wurde, ausgeschieden wurden, gegenüber den Versuchen, in welchen keine Borsäure gereicht wurde. Und zwar ist es nicht das Aether- und Alkoholextract, sondern vorzüglich das saure Alkoholextract, welches in reichlicherer Menge unter dem Einflusse der Borsäure producirt, bezw. ausgeschieden wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass es hauptsächlich fette Säuren in Form von Kalkseifen sind, welche in vermehrter Quantität in den Borsäurefäces enthalten sind. Indess deutet der Umstand, dass der in den Extractionsmitteln lösliche Stickstoff in den Fäces der Borsäuretage in grösserer Menge enthalten ist, als in denen der anderen Tage, sowie die dunklere Färbung des sauren Alkoholextractes, welches wesentlich diesen Stickstoff enthält, daraufhin, dass die Vermehrung der Fäcesmengen unter dem Einflusse der Borsäure zum Theile wenigstens von einer Vermehrung der Darmabscheidungen, speciell der Galle herrührt.

Ausser den Bestandtheilen des Extractes aber ist ohne Zweifel, wenn auch in sehr geringem Maasse, eine vermehrte Ausscheidung des in den Extracten unlöslichen Stickstoffes zu constatiren. Es ist kaum anders denkbar, als dass dieser Stickstoff in Form von unlöslichen Eiweissstoffen oder diesen nahestehenden Substanzen in den Fäces vorhanden ist; dafür wenigstens spricht der procentische Stickstoffgehalt des unlöslichen Rückstandes, welcher nach den ausgeführten Bestimmungen in der trockenen Masse des Rückstandes beträgt:

1. Versuch	. . . . .	10,9 %	Stickstoff
2. »	. . . . .	10,4 »	»
3. »	. . . . .	11,8 »	»
4. »	. . . . .	10,2 »	»

Man darf also bereits aus den vorliegenden Zahlen schliessen, dass die Borsäure als Zusatz zu den Speisen entweder die Ausnutzung der Fette und Eiweissstoffe, die in den Speisen ent-

halten sind, in allerdings nur geringem Grade beeinträchtigt, oder dass sie zu einer vermehrten Absonderung der Darmsäfte, wie einer erhöhten Abstossung zelliger eiweisshaltiger Bestandtheile von der Darmwand Veranlassung gibt, und zwar um so mehr, je grösser die in den Darm eingeführte Borsäuremenge ist.

Ohne Zweifel folgt sonach, was die praktische Verwendung der Borsäure zum Conserviren von Speisen und Getränken anlangt, aus unseren Versuchen, dass bei dem Gebrauche derselben als Zusatz zu Nahrungsmitteln vorsichtig verfahren werden muss. Ist ein solcher Einfluss, wie er oben angedeutet, bereits bei kurzem Gebrauche der Säure und beim normalen Erwachsenen vorhanden, so ist es selbstverständlich, dass ein länger andauernder Verbrauch selbst von kleineren Mengen des Conservemittels leicht zu Uebelständen führen muss und zwar um so mehr, wenn etwa dasselbe von bereits geschwächten Individuen verzehrt wird. Am wenigsten aber würde sich hiernach die Borsäure eignen zur Conservirung von Milch, die zur Ernährung von Säuglingen und Kindern verwendet wird, und es wäre nicht unwahrscheinlich, dass die Uebelstände, denen man namentlich in den warmen Jahreszeiten so häufig bei der Verwendung der käuflichen Milch als Kindernahrungsmittel begegnet, zu einem Theile auf den Gehalt dieser Milch an Conservesalzen zurückzuführen wären.